

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



10/500877



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juli 2003 (17.07.2003)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/058870 A1

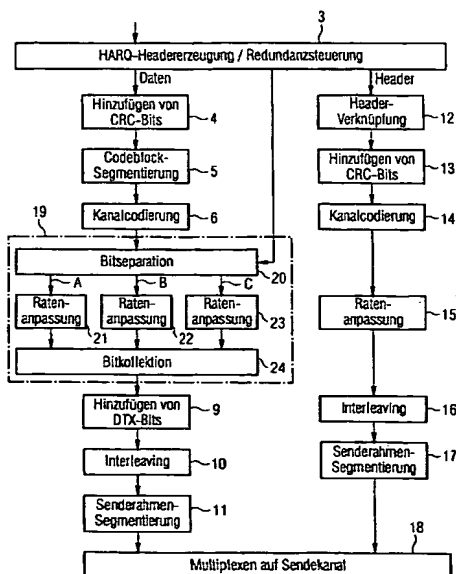
PCT

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04L 1/00, 1/08, 27/34
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04745
- (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Dezember 2002 (27.12.2002)
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DÖTTLING, Martin [DE/DE]; Hauptstrasse 56, 85579 Neubiberg (DE). RAAF, Bernhard [DE/DE]; Maxhofstrasse 62, 81475 München (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
- | | | |
|--------------|------------------------------|----|
| 102 00 296.7 | 7. Januar 2002 (07.01.2002) | DE |
| 102 01 330.6 | 15. Januar 2002 (15.01.2002) | DE |
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TRANSFERRING DATA WHEREIN A BIT RATE ADAPTATION MODEL IS SIGNALLED BETWEEN THE TRANSMITTER AND THE RECEIVER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DATENÜBERTRAGUNG, WOBEI EIN BITRATENANPASSUNGSMUSTER ZWISCHEN SENDER UND EMPFÄNGER SIGNALISIERT WIRD



(57) Abstract: The invention relates to a method for enabling most reliable packet orientated data transfer to take place by using an ARQ-method, especially a hybrid-ARQ-method, preferably for use in a mobile radio system. The invention also relates to a bit rate adaptation model which is used for signalling between the transmitter and the receiver.

(57) Zusammenfassung: Zur Realisierung einer möglichst zuverlässigen paketorientierten Datenübertragung bei Anwendung eines ARQ-Verfahrens, insbesondere eines Hybrid-ARQ-Verfahrens und vorzugsweise bei Verwendung in einem Mobilfunksystem, ist vorgesehen, ein verwendetes Bitratenanpassungsmuster zwischen Sender und Empfänger zu signalisieren.

- 3 ... HARQ-HEADER PRODUCTION/REDUNDANCY CONTROL
4, 13 ... ADD CRC-BITS
5 ... CODE BLOCK SEGMENTATION
6, 14 ... CHANNEL CODING
19 ... BIT SEPARATION
21, 22, 23, 15 ... RATE ADJUSTMENT
24 ... BIT COLLECTION
9 ... ADD DTX-BITS
10, 16 ... INTERLEAVING
11, 17 ... TRANSMISSION FRAME SEGMENTATION
12 ... HEADER CONNECTION
18 ... MULTIPLEX ON TRANSMISSION CHANNEL
DATEN DATA

WO 03/058870 A1



CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,*

LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DATENÜBERTRAGUNG, WOBEI EIN BITRATENANPASSUNGS-MUSTER ZWISCHEN SENDER UND EMPFÄNGER SIGNALISERT WIRD

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine entsprechend ausgestaltete Vorrichtung zur Datenübertragung gemäß einem ARQ-Verfahren, insbesondere einem Hybrid-ARQ-Verfahren, in einem Kommunikationssystem, insbesondere einem Mobilfunksystem.

10

Insbesondere in Verbindung mit Mobilfunksystemen wird häufig die Verwendung sogenannter Paketzugriffsverfahren bzw. paketorientierter Datenverbindungen vorgeschlagen, da die aufkommenden Nachrichtentypen häufig einen sehr hohen Burstfaktor
15 besitzen, so dass nur kurze Aktivitätsperioden existieren, die von langen Ruhepausen unterbrochen sind. Paketorientierte Datenverbindungen können in diesem Fall die Effizienz im Vergleich zu anderen Datenübertragungsverfahren, bei denen ein kontinuierlicher Datenstrom vorhanden ist, erheblich steigern, da bei Datenübertragungsverfahren mit einem kontinuierlichen Datenstrom eine einmal zugeteilte Ressource, wie z.B.
20 eine Trägerfrequenz oder ein Zeitschlitz, während der gesamten Kommunikationsbeziehung zugeteilt bleibt, d.h. eine Ressource bleibt auch dann belegt, wenn momentan keine Datenübertragungen anliegen, so dass diese Ressource für andere
25 Netzteilnehmer nicht zur Verfügung steht. Dies führt zu einer nicht optimalen Nutzung des knappen Frequenzspektrums für Mobilfunksysteme.

30 Zukünftige Mobilfunksysteme, wie beispielsweise gemäß dem UMTS-Mobilfunkstandard ("Universal Mobile Telecommunications System"), werden eine Vielzahl unterschiedlicher Dienste anbieten, wobei neben der reinen Sprachübertragung Multimedia-Anwendungen zunehmend an Bedeutung gewinnen werden. Die damit
35 einhergehende Dienstvielfalt mit unterschiedlichen Übertra-

gungsraten erfordert ein sehr flexibles Zugriffsprotokoll auf der Luftschnittstelle zukünftiger Mobilfunksysteme. Paketorientierte Datenübertragungsverfahren haben sich hier als sehr geeignet erwiesen.

5

Im Zusammenhang mit UMTS-Mobilfunksystemen wurde bei paketorientierten Datenverbindungen ein sogenanntes ARQ-Verfahren ("Automatic Repeat Request") vorgeschlagen. Dabei werden die von einem Sender an einen Empfänger übertragenen Datenpakete empfängerseitig nach ihrer Decodierung hinsichtlich ihrer Qualität überprüft. Ist ein empfangenes Datenpaket fehlerhaft, fordert der Empfänger eine erneute Übertragung dieses Datenpakets von dem Sender an, d.h. es wird ein Wiederholungsdatenpaket von dem Sender an den Empfänger gesendet, welches mit dem zuvor gesendeten und fehlerhaft empfangenen Datenpaket identisch bzw. teilweise identisch ist (je nachdem, ob das Wiederholungsdatenpaket weniger oder gleich viele Daten wie das ursprüngliche Datenpaket enthält, wird von einer vollen oder einer partiellen Wiederholung gesprochen).

Hinsichtlich dieses für den UMTS-Mobilfunkstandard vorgeschlagenen ARQ-Verfahrens, welches auch als Hybrid-ARQ-Verfahren bezeichnet wird, ist sowohl die Übertragung von Daten als auch von sogenannten Headerinformationen in einem Datenpaket vorgesehen, wobei die Headerinformationen auch Informationen zur Fehlerüberprüfung, wie beispielsweise CRC-Bits ("Cyclic Redundancy Check") aufweisen und auch zur Fehlerkorrektur codiert sein können (sogenannte "Forward Error Correction", FEC).

Gemäß dem derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung wird die Übertragung der Bits der einzelnen Datenpakete bzw. Wiederholungsdatenpakete nach Durchführung einer entsprechenden Kanalcodierung mittels QAM-Modulation ("Quadraturamplitudenmodulation") vorgeschlagen. Dabei werden die einzelnen Bits über ein als "Gray-Mapping" bezeichnetes Verfahren auf ent-

35

sprechende QAM-Symbole abgebildet, welche einen zweidimensionalen Symbolraum bilden. Dabei ist problematisch, dass bei der vorgeschlagenen QAM-Modulation mit einem Alphabetumfang, welcher mehr als vier QAM-Symbole umfasst, die Zuverlässigkeit der zu übertragenden Bits zwischen den höherwertigen Bits und den niedrigerwertigen Bits erheblich variiert, wobei dies insbesondere hinsichtlich der durchzuführenden Kanalcodierung nachteilig ist, da hierzu bevorzugt Turbo-Coder eingesetzt werden, welche zur Erzielung einer ausreichend hohen Leistungsfähigkeit gleichmäßige Bitzuverlässigkeiten erfordern. Bei einem Hybrid-ARQ--Verfahren, bei welchem das Wiederholungsdatenpaket mit dem ursprünglichen Datenpaket identisch ist, führt die zuvor erläuterte Eigenschaft der Variation der Bitzuverlässigkeiten dazu, dass bestimmte Bits der Datenpakete und der Wiederholungsdatenpakete jeweils an der gleichen Stelle im QAM-Symbolraum zu finden sind, so dass hierdurch die Leistungsfähigkeit der gesamten Datenübertragung reduziert wird und sich eine frühzeitige Begrenzung des Datendurchsatzes ergibt.

20

Zur Lösung dieses Problems wurde bereits vorgeschlagen, dass diejenigen Bits, welche an der gleichen Stelle in dem ursprünglichen Datenpaket und den Wiederholungsdatenpaketen auftreten, unterschiedlichen QAM-Symbolen im QAM-Symbolraum durch dynamische Umordnung des "Gray-Mapping" zugewiesen werden.

25

Dies soll nachfolgend näher unter Bezugnahme auf Figur 4A-4D erläutert werden. In Figur 4A ist die Signalkonstellation bzw. der QAM-Symbolraum für eine 16-QAM-Modulation dargestellt. Dabei werden jeweils Bits i_1 und i_2 sowie q_1 und q_2 auf ein entsprechendes QAM-Symbol des zweidimensionalen QAM-Symbolraums in der Reihenfolge i_1 q_1 i_2 q_2 abgebildet. Die für jedes Bit i_1 , i_2 , q_1 , q_2 möglichen Spalten bzw. Zeilen von QAM-Symbolen in dem zweidimensionalen QAM-Symbolraum

35

25 sind jeweils mit Hilfe entsprechender Striche markiert. So kann beispielsweise das Bit $i_1 = "1"$ nur auf QAM-Symbole der ersten zwei Spalten des QAM-Symbolraums abgebildet werden.

Aufgrund des "Gray-Mapping" ist die Zuverlässigkeit des höherwertigen Bits i_1 größer als die Zuverlässigkeit des niederwertigeren Bits i_2 . Darüber hinaus schwankt die Bitzuverlässigkeit des Bits i_2 abhängig von dem jeweils übertragenen entsprechenden QAM-Symbol 26 (d.h. abhängig davon, ob das entsprechende QAM-Symbol 26 in der äußeren linken oder äußeren rechten Spalte des QAM-Symbolraums 25 angeordnet ist). Dasselbe gilt für die Bits q_1 und q_2 , da die Abbildung der Bits q_1 und q_2 äquivalent zur Abbildung der Bits i_1 und i_2 (allerdings hierzu orthogonal) erfolgt.

Gemäß dem anhand der Figuren 4A-4D erläuterten herkömmlichen Verfahren wird vorgeschlagen, für Wiederholungsdatenpakete ein "Gray-Mapping" zu verwenden, welches sich von dem "Gray-Mapping" des ursprünglichen Datenpakets unterscheidet. D.h. für ein erstes Wiederholungsdatenpaket kann beispielsweise das in Figur 4B verdeutlichte "Gray-Mapping" verwendet werden, während für ein zweites Wiederholungsdatenpaket ein in Figur 4C gezeigtes "Gray-Mapping" und für ein drittes Wiederholungsdatenpaket ein in Figur 4D gezeigtes "Gray-Mapping" verwendet werden kann. Bei Vergleich der Darstellungen von Figur 4A-4D wird deutlich, dass ein und derselben Bitkombination $i_1 q_1 i_2 q_2$ jeweils unterschiedliche QAM-Symbole 26, d.h. unterschiedliche Punkte in dem zweidimensionalen QAM-Symbolraum 25, zugeordnet sind. Diese dynamische Variation des "Gray-Mapping" kann beispielsweise soweit gehen, dass nach einer bestimmten Anzahl von Wiederholungen jedes Bit i_1 , i_2 , q_1 und q_2 an einer Stelle im QAM-Symbolraum 25 mit sehr guter oder guter bzw. schlechter Zuverlässigkeit übertragen wird, wobei dieses Verfahren für eine unterschiedliche Anzahl von Wiederholungen optimiert werden kann.

Aus Figur 4A-4D ist ersichtlich, dass diese Vorgehensweise relativ aufwendig ist, da für jedes Wiederholungsdatenpaket das "Gray-Mapping" verändert werden muss.

- 5 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine entsprechende ausgestaltete Vorrichtung zur Datenübertragung gemäß einem ARQ-Verfahren vorzuschlagen, bei dem das zuvor erläuterte Problem, d.h. die Erzielung einer zuverlässigen Datenübertragung mit einem hohen
10 Datendurchsatz, auf einfache Art und Weise gelöst werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Im Rahmen der Erfindung liegen auch Sende- und Empfangsvorrichtungen, die zur Durchführung der mit den Verfahrensansprüchen definierten Verfahren eingerichtet sind.

- 20 Die Erfindung basiert somit auch auf dem Gedanken, zur Bitratenanpassung zu verwendende Bitratenanpassungsmuster, insbesondere zur Berechnung dieser Bitratenanpassungsmuster benötigten Parameter, zwischen dem Sender und Empfänger zu signalisieren bzw. zu übertragen, um die übertragenen Informationen empfangsseitig mit guter Qualität wieder zu gewinnen.

Je nach Ausführungsvariante der Erfindung erfolgt die Signalisierung des Bitratenanpassungsmusters bzw. die Übertragung der zur Berechnung dieser Bitratenanpassungsmuster benötigten
30 Parameter dabei von dem Sender an den Empfänger oder von dem Empfänger an den Sender.

Insbesondere kann für diese Signalisierung des Bitratenanpassungsmusters ein Bit vorgesehen sein, das beispielsweise mit
35 dem entsprechenden Datenpaket oder als Teil des entsprechen-

6

den Datenpaketes übertragen werden kann; je nachdem, ob dieses Bit mit einer "1" oder einer "0" belegt ist, liegt beispielsweise ein selbstdecodierbares oder ein nicht selbstdecodierbares Datenpaket vor.

5

Dabei enthalten selbstdekodierbare Datenpakete so viele systematische Bits, dass das Datenpaket empfangsseitig bei Annahme eines optimalen Kanals alleine aufgrund der Bits dieses Datenpaketes decodierbar ist. Insbesondere kann ein selbstdecodierbares Datenpaket alle systematischen Bits enthalten.

Die Erfindung basiert nun auch auf der Erkenntnis, dass für den Fall der Repetierung (Bits des Datenpaketes werden innerhalb des Datenpaketes zumindest teilweise mehrfach übertragen) immer alle systematischen Bits übertragen werden und daher immer ein selbstdecodierbares Datenpaket vorliegt. In diesem Fall ist daher eine Signalisierung, ob ein selbstdecodierbares oder ein nicht selbstdecodierbares Datenpaket vorliegt, überflüssig und die für diesen Zweck vorgesehene Übertragungsressource, wie beispielsweise das obengenannte Bit, kann für andere Zwecke verwendet werden. Insbesondere kann diese Übertragungsressource zur Signalisierung von zur Bitratenanpassung zu verwendende Bitratenanpassungsmuster, insbesondere zur Übertragung der zur Berechnung dieser Bitratenanpassungsmuster benötigten Parameter, verwendet werden. Dadurch kann es möglich sein, für den Fall der Repetierung mehr verschiedene Ratenanpassungsmuster für selbstdecodierbare Datenpakete zu signalisieren als für den Fall der Punktierung.

Insgesamt wird durch die Erfindung die Datenübertragung gemäß einem ARQ-Verfahren flexibler und die zur Verfügung stehenden Übertragungsressourcen besser ausgenutzt.

Eine Weiterbildung der Erfindung basiert auch auf dem Gedanken, auf die einzelnen Bits des ursprünglichen Datenpakets

sowie der einzelnen Wiederholungsdatenpakete unterschiedliche Ratenanpassungsmuster, d.h. unterschiedliche Punktierungs- oder Repetierungsmuster, anzuwenden, so dass Bits mit identischem Informationsursprung, insbesondere alle Bits mit identischem Informationsursprung, nach Durchführung der Bitratenanpassung an unterschiedlichen Stellen in dem Datenpaket und in dem Wiederholungsdatenpaket von dem Sender an den Empfänger übertragen werden.

Dadurch kommen die entsprechenden Bits bereits vor Durchführung der QAM-Modulation an unterschiedlichen Stellen in dem jeweiligen Datenpaket zu liegen und werden somit ohne Abwandlung des "Gray-Mapping" unterschiedlichen Punkten bzw. QAM-Symbolen in dem QAM-Symbolraum zugeordnet.

Mit Hilfe der Verschiebung der Ratenanpassungsmuster zwischen dem ursprünglich gesendeten Datenpaket einerseits zu dem nachfolgenden Wiederholungsdatenpaket bzw. den nachfolgenden Wiederholungsdatenpaketen andererseits wird somit zwar ein und dieselbe Coderate erhalten, die Übertragungsqualität und die Bitfehlerrate kann jedoch verbessert werden.

Auf diese Weise wird eine gleichmäßige Verteilung der Zuverlässigkeit der zu übertragenen Bits zwischen dem Datenpaket und den nachfolgenden Wiederholungsdatenpaketen erzielt, so dass eine leistungsfähige Kanalcodierung, beispielsweise unter Einsatz von Turbo-Codierern durchgeführt werden kann, so dass insgesamt eine ausreichend hohe Leistungsfähigkeit der Informations- bzw. Datenübertragung bei gleichzeitiger Realisierung eines hohen Datendurchsatzes gewährleistet ist.

Bei Anforderung mehrerer Wiederholungsdatenpakete ist es vorteilhaft, wenn das jeweils angewendete Ratenanpassungsmuster, d.h. das jeweilige Punktierungs/Repetierungsmuster, von Wie-

derholungsdatenpaket zu Wiederholungsdatenpaket verschoben angewendet wird.

5 Eine weitere Ausgestaltung sieht zur Bitratenanpassung den Einsatz eines an sich bekannten Ratenanpassungsalgorithmus vor, wobei ein gemäß diesem Ratenanpassungsalgorithmus verwendeter Offsetwert, welcher wesentlich das jeweils verwendete Ratenanpassungsmuster bestimmt, zwischen dem ursprünglichen Datenpaket und dem Wiederholungsdatenpaket bzw. den
10 einzelnen Wiederholungsdatenpaketen variiert wird. Durch die Variation dieses Offsetwerts kann eine leistungsfähigere Codierung als bei einem herkömmlichen Hybrid-ARQ--Verfahren erzielt werden.

15 Bevorzugt kann hierzu der kanalcodierte Bitstrom auf mehrere parallele Teilbitströme aufgeteilt werden (sogenannte Bitseparation), wobei auf die einzelnen Teilbitströme jeweils voneinander unabhängige Ratenanpassungsmuster, d.h. eine voneinander unabhängige Punktierung oder Repetierung der Bits, angewendet wird, so dass nach abschließender Kombination der
20 entsprechenden Bits dieser Teilbitströme (sogenannte Bitkollektion) die gewünschte Ratenanpassung mit dem unterschiedlichen Offsetwert bezüglich dem ursprünglichen Datenpaket und den einzelnen Wiederholungsdatenpaketen erzielt werden kann.
25 Durch die Aufteilung des Bitstroms in mehrere parallele Teilbitströme kann eine besonders hohe Flexibilität bei der Kanalcodierung erzielt werden.

30 Da der jeweilige Empfänger der auf diese Art und Weise verarbeiteten Datenpakete bzw. Wiederholungsdatenpakete den jeweils verwendeten Offsetwert kennen sollte und eine explizite Übertragung dieses Offsetwerts nachteilig sein kann, kann der Offsetwert beispielsweise synchron mit der jeweiligen Zeitschlitznummer ("Time Slot") und/oder synchron mit der jeweiligen
35 Rahmennummer ("Frame") verändert werden, so dass der

Empfänger aus dem jeweils empfangenen Zeitschlitz bzw. Rahmen unmittelbar auf den jeweils verwendeten Offsetwert schließen kann. Eine andere Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, diesen Offsetwert zwischen Sender und Empfänger zu signalisieren.

Bei der zuvor erläuterten Bitseparation mit Aufteilung der Bits auf mehrere parallele Teilbitströme können bei der abschließenden Bitkollektion die unterschiedlichen parallelen Teilbitströme pro Datenpaket bzw. Wiederholungsdatenpaket auch anteilig miteinander kombiniert werden, wobei dies besonders vorteilhaft bei Anwendung von Bitrepetierung einsetzbar ist. Der zuvor erläuterte Offsetwert kann für das ursprüngliche Datenpaket sowie die einzelnen Wiederholungsdatenpakete derart eingestellt werden, dass die Verschiebung der daraus resultierenden Ratenanpassungsmuster zueinander maximal ist und/oder möglichst viele der sich einander entsprechenden Bits des ursprünglichen Datenpakets bzw. des jeweiligen Wiederholungsdatenpakets bei der abschließenden Modulation auf unterschiedliche Punkte in dem zweidimensionalen Symbolraum abgebildet werden.

Das zuvor erläuterte Verfahren funktioniert optimal, wenn die Bits unmittelbar nach Durchführung der Ratenanpassung auf den jeweils gewünschten Modulations-Symbolraum abgebildet werden. Dies ist jedoch nicht immer der Fall, da zwischen der Ratenanpassung und der Modulation häufig noch ein sogenanntes Interleaving stattfindet, durch welches die Bits zeitlich umgeordnet werden. Bei einem zufälligen Interleaver würden benachbarte Bits zufällig auf die entsprechenden Punkte bzw. Symbole des zweidimensionalen Symbolraums verteilt werden, so dass die Verschiebung um ein Bit, welche durch die zuvor erläuterte Variation des Offsetwerts erreicht werden kann, auch eine zufällige Veränderung der Punkte bzw. Symbole des zweidimensionalen Symbolraums ergeben würde. Dies wäre jedoch

10

nicht optimal, da am besten die Zuordnung so geändert wird, dass ein bei der Übertragung des ursprünglichen Datenpakets wenig zuverlässiges Bit bei einem nachfolgend zu übertragenden Wiederholungsdatenpaket auf eine Position des Modulations-

5 Symbolraums (z.B. des QAM-Symbolraums) mit höherer Zuverlässigkeit und umgekehrt abgebildet wird, während bei einer zufälligen Vertauschung lediglich ein Gewinn von ca. 50% des maximal möglichen Gewinns erzielt werden könnte.

10 Aus diesem Grund wird vorzugsweise für das Interleaving ein sehr regulärer Interleaver, beispielsweise ein Blockinterleaver, eingesetzt, wobei zudem die Anzahl der Spalten, auf welche der Interleaver die Bits mit anschließender Spaltenver-
15 tauschung bzw. Spaltenpermutation verteilt, und die Anzahl der unterschiedlich stark gewichteten bzw. unterschiedlich zuverlässigen Punkte oder Symbole des jeweils verwendeten Symbolraums teilerfremd sein sollte, so dass sich eine optimale Zuordnung ergibt.

20 Diese Ausführungsvariante weist gegenüber der eingangs erläuterten und aus dem Stand der Technik bekannten Vorgehensweise eine deutlich geringere Komplexität auf.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend näher unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele einer paketerorientierten Datenübertragung in
25 einem Mobilfunksystem erläutert, wobei die vorliegende Erfindung selbstverständlich nicht auf Mobilfunksysteme beschränkt ist, sondern allgemein in jeder Art von Kommunikationssystemen eingesetzt werden kann, in denen ein ARQ-Verfahren zur
30 Datenübertragung vorgesehen ist.

Figur 1 zeigt eine Darstellung zur Verdeutlichung der Signalverarbeitung gemäß einem paketerorientierten ARQ-Verfahren der vorliegenden Erfindung,

Figur 2 zeigt eine Darstellung zur Verdeutlichung der Kommunikation in einem Mobilfunksystem,

Figur 3 zeigt einen Ratenanpassungsalgorithmus, welcher beispielsweise im Rahmen der vorliegenden Erfindung zur Ratenanpassung eingesetzt werden kann,

Figur 4A-4D zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der Abbildung von Bits eines ursprünglich gesendeten Datenpakets bzw. von entsprechenden Wiederholungsdatenpaketen auf QAM-Symbole gemäß dem Stand der Technik.

Wie bereits zuvor erläutert worden ist, wird nachfolgend davon ausgegangen, dass mit Hilfe der vorliegenden Erfindung eine paketorientierte Datenübertragung in einem Mobilfunksystem, wie es beispielsweise schematisch in Figur 2 gezeigt ist, realisiert werden soll. Dabei ist in Figur 2 beispielhaft die Kommunikation zwischen einer Basisstation 1 und einer Mobilstation 2 eines Mobilfunksystems, z.B. eines UMTS-Mobilfunksystems, dargestellt. Die Übertragung von Informationen von der Basisstation 1 zu der Mobilstation 2 erfolgt über den sogenannten "Downlink"-Kanal DL, während die Übertragung der Informationen von der Mobilstation 2 zu der Basisstation 1 über den sogenannten "Uplink"-Kanal UL erfolgt.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend beispielhaft anhand einer paketorientierten Datenübertragung von der Basisstation 1 an die Mobilstation 2, d.h. anhand einer paketorientierten Datenübertragung über den "Downlink"-Kanal erläutert, wobei die vorliegende Erfindung jedoch analog auf eine Datenübertragung über den "Uplink"-Kanal anwendbar ist. Des Weiteren wird die vorliegende Erfindung nachfolgend anhand der in dem jeweiligen Sender durchzuführenden Signalverarbeitungsmaßnahmen erläutert, wobei jedoch zu beachten ist, dass in dem jeweiligen Empfänger zur Auswertung der auf diese Wei-

12

se senderseitig verarbeiteten Daten eine entsprechende Signalverarbeitung in umgekehrter Reihenfolge erforderlich ist, so dass von der vorliegenden Erfindung nicht nur die Senderseite, sondern auch die Empfängerseite betroffen ist.

5

In Figur 1 ist die Signalverarbeitung der in den Datenpaketen zu übertragenden Daten- und Headerinformationen nach einem erfindungsgemäßen Hybrid-ARQ-Verfahren dargestellt.

- 10 Auf der Headerseite werden die von einem Funktionsblock 3 erzeugten Headerinformationen einem Funktionsblock 12 zugeführt, welcher dafür sorgt, dass sämtliche Header von allen Datenpaketen, die in ein und demselben Funkpaket gesendet werden sollen, zu einem einzigen Header zusammengefasst werden (sogenannte "Header Concatenation"). Ein Funktionsblock 15
- 13 fügt den daraus resultierenden Headerinformationen CRC-Bits zur Headererkennung hinzu. Anschließend wird von einem Funktionsblock 14 eine Kanalcodierung und von einem Funktionsblock 15 eine Ratenanpassung des daraus resultierenden
- 20 Bitstroms durchgeführt. Ein Interleaver 16 bewirkt, dass die ihm zugeführten Symbole bzw. Bits auf bestimmte Art und Weise umgeordnet und zeitlich gespreizt werden. Die von dem Interleaver 16 ausgegebenen Datenblöcke werden von einem Funktionsblock 17 den einzelnen Sende- bzw. Funkrahmen zugeordnet
- 25 (sogenannte "Radio Frame Segmentation").

Auf der Datenseite ist ebenso ein Funktionsblock 4 zum Hinzufügen von CRC-Bits vorgesehen. Ein Funktionsblock 5 dient zur Aufspaltung der einem Kanalcodierer 6 zugeführten Daten derart, dass von dem Kanalcodierer 6 stets eine auf eine bestimmte Bitanzahl beschränkte Codierung durchgeführt werden kann.

Durch die von dem Kanalcodierer 6 durchgeführte Kanalcodierung wird den eigentlich zu sendenden Daten redundante Infor-

35

mation hinzugefügt. Von dem Kanalcodierer werden systematische Bits und Paritätsbits ausgegeben, wobei ein systematisches Bit jeweils mit einem Informationsbit identisch ist und Paritätsbits Redundanzbits sind, die aus den Informationsbits ermittelt werden. Bei einem ARQ-Verfahren haben enthalten
5 nacheinander gesendete Datenpakete Bits mit gleichem Informationsursprung, d.h. Bits, die jeweils von den gleichen Informationsbits abhängen.

10 Die von dem Kanalcodierer 6 ausgegebenen Bits werden einem Funktionsblock 19 zugeführt, welcher durch Ausblenden bzw. Weglassen einzelner Bits (sogenannte Punktierung) oder durch Wiederholen einzelner Bits (sogenannte Repetierung) die Bitrate des Bitstroms entsprechend einstellt. Von einem anschließenden Funktionsblock 9 können dem Datenstrom sogenannte DTX-Bits ("Discontinuous Transmission") hinzugefügt werden. Des weiteren sind auch auf der Datenseite Funktionsblöcke 10 und 11 vorgesehen, welche dieselben Funktionen wie die auf der Headerseite vorgesehenen Funktionsblöcke 16 und 17
15 wahrnehmen.
20

Abschließend werden die auf der Daten- und Headerseite ausgegebenen Bits von einem Funktionsblock 18 auf den jeweils vorhandenen physikalischen Übertragungs- bzw. Sendekanal abgebildet bzw. gemultiplexed (sogenanntes "Multiplexing") und mit
25 Hilfe einer geeigneten Modulation, beispielsweise einer QAM-Modulation, an den Empfänger übertragen.

Bei dem Hybrid-ARQ-Verfahren wird bei einem fehlerhaften Empfang bzw. einer fehlerhaften Decodierung eines Datenpakets durch den Empfänger ein Wiederholungsdatenpaket angefordert. Das Wiederholungspaket ist mit dem zuvor gesendeten und fehlerhaft empfangenen Paket ganz (HARQ type I, Chase Combining) oder partiell identisch. Die letzteren Verfahren werden
30 als partielle inkrementelle Redundanz (incremental redundancy)
35

cy, IR) Verfahren, bzw. als HARQ type III bezeichnet. Als weitere Möglichkeit können die Wiederholungspakete auch rein aus zusätzlicher Redundanzinformation (sog. Paritätsbits) bestehen (Full IR bzw. HARQ type II).

5

Abhängig davon, ob das Wiederholungsdatenpaket weniger oder gleich viele Daten wie das ursprüngliche Datenpaket aufweist, wird von einer vollen oder partiellen Wiederholung gesprochen. Das Datenpaket und das jeweilige Wiederholungsdatenpa-
10 ket weisen somit zumindest teilweise Bits mit einem gleichen Informationsursprung auf. Der Empfänger kann somit durch gemeinsame Auswertung des ursprünglich gesendeten Datenpakets sowie der angeforderten nachfolgenden Wiederholungsdatenpakete die ursprünglich gesendete Information mit besserer Quali-
15 tät wiedergewinnen.

Der Funktionsabschnitt 19 umfasst einen Funktionsblock 20, welcher in Abhängigkeit von einer Ansteuerung durch den Funktionsblock 3 die von dem vorgeschalteten Kanalcodierer 6 ausgegebenen codierten Bits auf mindestens zwei parallele Teilbitströme aufteilt, welche jeweils separat, d.h. unabhängig voneinander, einer Ratenanpassung unterzogen werden. In Figur 1 sind diesbezüglich drei Teilbitströme A-C dargestellt, wobei für jeden Teilbitstrom ein Funktionsblock 21-23 zur
20 Durchführung einer entsprechenden Ratenanpassung, d.h. zur Punktierung oder Repetierung einzelner Bits, vorgesehen ist. Auf diese Weise entstehen mehrere unterschiedlich codierte parallele Teilbitströme, welche einem weiteren Funktionsblock 24 zugeführt werden. Dieser weitere Funktionsblock 24 hat die
25 Aufgabe, die einzelnen Bits der parallelen Bitströme in derselben Reihenfolge, welche von dem Funktionsblock 20 für die Bitseparation, d.h. für die Aufteilung auf einzelnen parallelen Teilbitströme, verwendet worden ist, aufzusammeln (Bitkollektion). Auf diese Weise wird sichergestellt, dass sich
30

insgesamt die Reihenfolge der nach der Ratenanpassung übrig-
gebliebenen Bits nicht ändert.

Wie bereits zuvor erläutert worden ist, kann die für die ein-
5 zeln Teilbitströme A-C vorgesehene Ratenanpassung durch die
Funktionsblöcke 21-23 vollkommen unabhängig voneinander er-
folgen. Insbesondere können auch die Bits eines oder mehrerer
Teilbitströme überhaupt keiner Punktierung oder Repetierung
unterzogen werden. Insgesamt ist die Ratenanpassung der ein-
10 zeln parallelen Teilbitströme A-C so zu wählen, dass von
dem gesamten Funktionsabschnitt 19 auf den von dem Funktions-
block 6 ausgehenden kanalcodierten Bitstrom pro Datenpaket
bzw. Wiederholungsdatenpaket ein gewünschtes Ratenanpassungs-
muster angewendet wird. Mit der in Figur 1 gezeigten Real-
15 sierung des Funktionsabschnitts 19 mit mehreren parallel
durchgeführten Ratenanpassungen kann eine äußerst hohe Flexi-
bilität bei der Codierung erzielt werden.

Der Funktionsabschnitt 19 ist derart ausgestaltet, dass er in
20 Abhängigkeit von der Ansteuerung durch den Funktionsblock 3
auf die Bits eines Wiederholungsdatenpakets ein anderes Ra-
tenanpassungsmuster als auf die Bits des entsprechenden ur-
sprünglich gesendeten Datenpakets anwendet. D.h. dem Funkti-
onsabschnitt 19 wird von dem Funktionsblock 3 mitgeteilt, ob
25 von dem jeweiligen Empfänger ein Wiederholungsdatenpaket an-
gefordert worden ist, wobei der Funktionsabschnitt 19 in die-
sem Fall die von den einzelnen Funktionsblöcken 21-23 reali-
sierten Ratenanpassungsmuster derart wählt bzw. einstellt,
dass insgesamt die Bits des Wiederholungsdatenpakets mit ei-
30 nem anderen Ratenanpassungsmuster als die Bits des zugrund-
liegenden ursprünglich gesendeten Datenpakets verarbeitet
werden.

Die insgesamt von dem Funktionsabschnitt 19 realisierte Ra-
35 tenanpassung kann beispielsweise gemäß dem in Figur 3 darge-

stellten Ratenanpassungsalgorithmus, welcher an sich bereits aus dem Stand der Technik bekannt ist, durchgeführt werden.

Der im UMTS Standard enthaltene Rate Matching (Ratenanpassungs) Algorithmus ist in [25.212] beschrieben. Als wesentliche Parameter verwendet er:

- X_b : Anzahl codierter Bits pro Paket im Bitstrom b
- e_{ini} : Anfangs-Fehlerwert ($N_{TTI} / 3$)
- e_{plus} : Inkrement des Fehlerwertes bei Punktierung / Repetition
- e_{minus} : Dekrement des Fehlerwertes pro Ausgangsbit

Diese Parameter sind im bestehenden Standard z. B. für den Downlink turbocodierter Transportkanäle mit fester Bitposition (Kapitel 4.2.7.2.1 in [25.212]) im Falle von Punktierung wie folgt zu ermitteln:

$$e_{ini} = N_{max} . \quad (5.1)$$

Hierbei bezeichnet N_{max} das über alle Transportformate und Transportkanäle ermittelte Maximum der Anzahl Bits pro parity Bitstrom vor dem Rate Matching. Die Inkremente und Dekremente des Fehlerwerts berechnen sich zu:

$$e_{plus} = a \times N_{max} , \quad e_{minus} = a \times |\Delta N_i^b| , \quad (5.2)$$

wobei $a = 2$ für den ersten parity Bitstrom und $a = 1$ für den zweiten parity Bitstrom gilt. $|\Delta N_i^b|$ ist die Anzahl der pro Bitstrom b punktierten Bits für den Transportkanal i .

Dabei wird insbesondere ein Ratenanpassungsparameter e_{ini} verwendet, welcher einen für die jeweils durchgeführte Ratenanpassung gültigen Offsetwert hinsichtlich des jeweils angewendeten Ratenanpassungsmusters bezeichnet. Zu Beginn des in Figur 3 dargestellten Ratenanpassungsalgorithmus wird eine Fehlervariable e mit diesem Offsetwert e_{ini} initialisiert, wobei

der Fehler e im Falle einer Punktierung beispielsweise das Verhältnis zwischen der augenblicklichen Punktierungsrate und der gewünschten Punktierungsrate bezeichnet.

- 5 Anschließend wird der Index m des augenblicklich zu verarbeitenden Bits auf das erste Bit, d.h. auf den Wert 1 gesetzt und ein Hilfsfehlerparameter e_{plus} initialisiert.

- 10 Für sämtliche Bits des jeweils zu verarbeitenden Datenpakets Nr. i wird anschließend eine Schleife durchlaufen, wobei die Bitanzahl des jeweiligen Datenpakets mit X_i bezeichnet ist.

- 15 Innerhalb dieser Schleife wird zunächst der Fehler e unter Verwendung eines weiteren Hilfsfehlerparameters e_{minus} erneuert und geprüft, ob der daraus resultierende Fehler e größer als Null ist, um auf diese Weise festzustellen, ob das entsprechende Bit punktiert werden soll oder nicht. Ist die zuvor erwähnte Bedingung erfüllt, wird das entsprechende Bit auf einen Hilfswert δ gesetzt und somit punktiert, d.h. für
20 die nachfolgende Datenübertragung gesperrt.

- Ist hingegen die zuvor genannte Bedingung nicht erfüllt, wird das entsprechende Bit für die Datenübertragung ausgewählt und der Fehler e unter Verwendung des erstgenannten Hilfsfehlerparameters e_{plus} neu berechnet.
25

- Zum Abschluss des Ratenanpassungs- bzw. Punktierungsalgorithmus wird der Bitindex m inkrementiert und somit das nächste Bit für die zuvor erläuterte Verarbeitung ausgewählt.
30

- Das auf die Bits eines Datenpakets bzw. Wiederholungsdatenpakets angewendete Ratenanpassungsmuster kann wesentlich durch entsprechende Wahl des Offsetwerts e_{ini} beeinflusst werden. Durch Variation dieses Offsetwerts e_{ini} kann somit auf ein
35 Wiederholungsdatenpaket ein anderes Ratenanpassungsmuster als

auf das entsprechende ursprünglich gesendete Datenpaket angewendet werden, wobei die Ratenanpassung insbesondere bezogen auf die Paritätsbits der einzelnen Teilbitströme A-C (vergleiche Figur 1) angewendet werden kann.

5

Der Offsetwert e_{ini} wird für das ursprünglich gesendete Datenpaket und das Wiederholungsdatenpaket vorteilhafterweise derart gewählt, dass die Verschiebung der daraus resultierenden Ratenanpassungsmuster zueinander maximal, d.h. möglichst

10 groß, ist. Darüber hinaus ist der Offsetwert e_{ini} für das ursprünglich gesendete Datenpaket und das Wiederholungsdatenpaket vorteilhafterweise derart zu wählen, dass möglichst viele der sich einander entsprechenden Bits der beiden Pakete bei der abschließenden Modulation, insbesondere der QAM-

15 Modulation, auf unterschiedliche Punkte, d.h. unterschiedliche QAM-Symbole, des entsprechenden zweidimensionalen QAM-Symbolraums abgebildet werden (vergleiche diesbezüglich beispielsweise die Abbildungen von Figur 4).

20 Für die Erstübertragung wird in der Regel ein selbstdecodierbares Datenpaket verwendet, d.h. es werden beispielsweise alle systematischen Bits übertragen. Ist abzüglich dieser systematischen Bits nur noch für einen Teil der Paritätsbits Platz in der Übertragung, werden die Paritätsbits entsprechend

25 punktiert (d. h. nicht übertragen). Ist der vorhandene Platz jedoch größer als alle existierenden Paritätsbits, so werden systematische Bits und Paritätsbits mit gleicher Rate repetiert (wiederholt). Die Auswahl der punktierten/repetierten Bits erfolgt in UMTS durch einen Algorithmus, der eine mög-

30 lichst gute Gleichverteilung dieser punktierten/repetierten Bits innerhalb des codierten Datenblocks realisiert.

In einer Wiederholungsübertragung werden basierend auf einer bestimmten Anzahl Signalisierungsbits, das Ratenanpassungs-

35 muster und somit die jeweils zu übertragenden Bits so ausge-

19

wählt, dass zum einen verschiedene HARQ-Typen realisiert werden, und zum anderen in jeder Übertragung möglichst andere Bits übertragen werden, um Dekodiergewinn und / oder eine gleichmäßige Verteilung der Gesamtenergie auf alle Bits zu erreichen. Ein bestimmtes Ratenanpassungsmuster oder die Parameter zur Berechnung eines bestimmten Ratenanpassungsmusters entsprechen dabei einer bestimmten Redundanzversion.

Eine Variante dieser Erfindung zeigt, wie für eine gegebene Anzahl Bits zur Signalisierung der verschiedenen Redundanzversionen, sowohl für den Fall der Punktierung als auch insbesondere für den Fall der Repetierung die Auswahl der Redundanzversionen optimiert werden kann.

Um dem Empfänger eine korrekte Interpretation des empfangenen Datenpaketes zu ermöglichen, wird zwischen Sender und Empfänger signalisiert, ob es sich bei dem Datenpaket um ein selbstdekodierbares oder ein nicht selbstdekodierbares Datenpaket handelt. Hierfür wird ein Bit Signalisierungsinformation benötigt. Innerhalb eines jeweiligen Typs (selbstdekodierbar oder nicht selbstdekodierbar) können dann weitere Redundanzversionen definiert werden, welche ebenfalls explizit signalisiert werden können. Stehen zur Signalisierung n Bit zur Verfügung, so besteht die gesamte zu signalisierende Information somit aus einem Bit für die Unterscheidung selbstdekodierbar/ nicht selbstdekodierbar und in $n-1$ Bit für die Beschreibung einer bestimmten Redundanzversion aus einer Vielzahl von Redundanzversionen :

Verwendung der Signalisierungsbits

Selbstdekodierbarkeit	1 Bit
Redundanzversion	$n - 1$ Bit

Die Unterscheidung selbstdekodierbar / nicht selbstdekodierbar macht aber nur im Falle von Punktierung Sinn, bei dem nicht alle kodierte Bits übertragen werden können. Im Falle

20

von Repetierung ist die Selbstdetekodierbarkeit a priori gegeben, da ja alle kodierten Bits, manche sogar mehrfach übertragen werden können. In dem Fall der Repetierung ist es daher vorteilhaft, alle n Bits zur Unterscheidung von verschiedenen Redundanzversionen zu verwenden. Insbesondere kann damit im Falle der Repetierung auch für kleine n erheblich besser sichergestellt werden, dass nach Übertragung eines Wiederholungsdatenpaketes und empfangsseitiger Überlagerung des ersten Datenpaketes mit dem Wiederholungsdatenpaket eine möglichst ausgeglichene Energieverteilung auf alle übertragenen Bits erreicht wird. Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verwendung der Signalisierungsbits ist dann in folgender Tabelle gezeigt:

15 Verwendung der Signalisierungsbits bei Punktierung und Repetierung

	Punktierung	Repetierung
Selbstdetekodierbarkeit	1 Bit	0 Bit
Redundanzversion	$n - 1$ Bit	n Bit

Beispielsweise kann hierbei $n=3$ gewählt werden. Das erlaubt eine vernünftige Anzahl von unterschiedlichen Redundanzversionen und erfordert andererseits keine unnötig hohe Anzahl von Signalisierungs-bits.

Das hier vorgestellte Verfahren optimiert die Signalisierung, indem die Bedeutung der Signalisierungsbits davon abhängt, ob in der jeweiligen Übertragung Bits wiederholt oder punktiert werden. Sind insgesamt N_g Signalisierungsworte vorgesehen (das heißt $N_g = 2^n$ falls n Bit Signalisierung vorgesehen sind), so werden die N_g Signalisierungsworte wie folgt aufgeteilt:

30

Bei Punktierung werden die Signalisierungsworte in zwei Teilmengen aufgeteilt, eine für Übertragungen vom selbstdetekodier-

baren Typus (d. h. systematische Bits sind enthalten), eine zweite für Übertragungen vom nicht selbstdekodierbaren Typus (in der Regel keine systematischen Bits enthalten, insbesondere keine systematischen Bits enthalten). Innerhalb dieser
5 Teilmengen unterscheiden verschiedene Signalisierungsworte dann verschiedene Redundanzversionen.

Es können dabei N_s Redundanzversionen vom selbstdekodierbaren Typus (Partial Incremental Redundancy) ausgewählt werden,
10 welche selbstdekodierbare Redundanzversionen bezeichnen und $N_g - N_s$ Redundanzversionen vom nicht selbstdekodierbaren Typus (Full Incremental Redundancy) bereitgestellt werden. Falls $N_s = N_g/2$ gilt, lässt sich die bereits vorgestellte Kodierung verwenden. Ein anderer Extremfall ist $N_s = 1$. In die-
15 sem Fall wird nur eine einzige selbstdekodierbare Redundanzversion vorgesehen (die für die erste Übertragung vorgesehen ist) und $N_g - 1$ nicht selbstdekodierbare Redundanzversionen. Diese Wahl wird optimal sein, wenn N_g relativ klein ist (höchstens 8), weil dann trotzdem noch eine relativ hohe An-
20 zahl von Redundanzversionen mit Full IR definiert werden können.

Bei Repetierung werden keine Teilmengen gebildet und alle Signalisierungsworte zur Unterscheidung verschiedener Redun-
25 danzversionen verwendet.

Wesentliche Neuerungen dieses Ausführungsbeispiels sind die Unterscheidung der Fälle Repetierung und Punktierung für die Bedeutung der Signalisierungsbits und die Optimierung der An-
30 zahl möglicher HARQ-Typen und verschiedener Redundanzversionen sowohl im Falle von Repetierung als auch für Punktierung bei gegebener Anzahl Signalisierungsbits.

Die Generierung der unterschiedlichen Redundanzversionen kann
35 dabei gemäß einer Parametervariation des Parameters e_{ini} er-

folgen, kann aber auch durch ein beliebiges anderes Verfahren generiert werden.

Bislang wurden nur solche Parameter beschrieben, welche die Ratenanpassung oder die Bitauswahl für ein HARQ system beeinflussen, und wie solche Parameter signalisiert werden können. Tatsächlich lassen sich auch durch Variation anderer Parameter Verbesserungen in der Übertragungsrate erzielen. Ein Beispiel für einen derartigen Parameter ist die Variation der Zuordnung von Bits zu 16 QAM Symbolen beim Schritt der Zuweisung von Modulationssymbolen. Das Prinzip dieses Verfahrens ist beispielsweise in den folgenden Standardisierungsdokumenten beschrieben:

R1-01-0237, Panasonic, "Enhanced HARQ Method with Signal Constellation Rearrangement," 3GPP TSG RAN WG1, Las Vegas, USA, February 27th-March 2nd 2001;

R1-01-1059, Panasonic, "Comparison of HARQ Schemes for 16-QAM," 3GPP TSG RAN WG1, Sophia Antipolis, France, November 5th-7th 2001;

R1-01-0151, Panasonic, "16-QAM HARQ Bitmapping Scheme", Espoo, Finland, January, 2002.

Dieses Verfahren erzielt im Wesentlichen dann gute Ergebnisse, wenn die gleiche Redundanzversion wiederholt verwendet wird (Chase combining) oder wenn sich die Redundanzversionen in ihrem Bitinhalt nur wenig unterscheiden. Im Gegensatz dazu erzielt incremental redundancy dann die besten Ergebnisse, wenn sich die einzelnen gesendeten Redundanzversionen stark unterscheiden. Idealerweise könnte daher die Signalisierung so ausgelegt werden, dass sowohl verschiedene Redundanzversionen als auch verschiedene Zuordnungs-Varianten für das Bit-Mapping (Bit-Zuordnung) auf 16 QAM-Symbole verwendet werden. Wegen einer begrenzten Verfügbarkeit von Signalisierungsbits ist dies aber nicht immer möglich. In diesem Fall muss eine Entscheidung getroffen werden, ob die Signalisierungsbits für

die Auswahl von Redundanzversionen oder die Auswahl von Zuordnungs-Varianten verwendet werden. Im folgenden werden Ausgestaltungen für diese Ausführungsvariante erläutert.

In einem ersten diesen Aspekt betreffenden Ausführungsbeispiel werden dann keine Zuordnungs-varianten sondern ausschließlich Redundanzversionen signalisiert, wenn keine 16 QAM oder 8PSK oder höherwertige Modulation verwendet wird, sondern nur BPSK, QPSK oder eine andere Modulationsart welche keine unterschiedlichen Wertigkeiten der Modulationssymbole aufweist.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel werden beispielsweise bei der Verwendung einer 16QAM- Modulation werden bevorzugt Zuordnungsvarianten ggf. auf Kosten von Redundanzversionen signalisiert, wenn zur Übertragung so viele Bits zur Verfügung stehen, dass alle anstehenden Bits übertragen werden können, mit anderen Worten, wenn keine Punktierung zur Ratenanpassung verwendet werden muss.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel werden auch dann bevorzugt Zuordnungsvarianten signalisiert, (ggf. auf Kosten von Redundanzversionen), wenn zur Übertragung zwar weniger Bits zur Verfügung stehen, so dass nicht alle anstehenden Bits übertragen werden können, mit anderen Worten, dass Punktierung zur Ratenanpassung verwendet werden muss, wenn die Punktierungsrate, also der Anteil der zu punktierenden Bits, einen gewissen vorgegebenen Wert nicht überschreitet. Dieser vorgegebene Wert kann im Prinzip beliebig gewählt werden, sinnvollerweise wird er aber kleiner als 50% sein, da bei einer Punktierung von 50% durch Auswahl von zwei komplett orthogonalen also disjunkten Redundanzversionen eine sehr gute Verbesserung durch inkrementelle Redundanz erreicht werden kann. Andererseits erreicht man in diesem Fall keinen zusätzlichen Gewinn durch Zuordnungsvariationen, da die beiden Übertragungen keine gemeinsamen Bits enthalten, bei denen sich ein Gewinn ergeben könnte. Es ist in diesem Fall also nicht unbe-

dingt notwendig, zusätzlich zu Redundanzversionen auch noch Zuordnungsvariationen zu signalisieren.

In einer weiteren Ausführungsvarianten können die oben genannten Ausführungsvarianten dahingehend erweitert werden, dass nicht in Abhängigkeit von den oben beschriebenen Parametern hart zwischen Signalisierungsformaten hin und hergeschaltet wird, sondern dass je nach Parameter mehr oder weniger Redundanzversionen oder Zuordnungsvarianten signalisiert werden. Es folgt ein Beispiel für den Fall, dass insgesamt vier Alternativen signalisiert werden können:

- Im Bereich von mehr als 50% Punktierung werden alle vier Alternativen für die Signalisierung von Redundanzversionen verwendet werden und keine Zuordnungs-Varianten signalisiert.
- Im Bereich zwischen 50% Punktierung und 33% Punktierung werden 3 Alternativen für die Signalisierung von Redundanzversionen verwendet werden und eine Alternative für eine Zuordnungs-Variante (welche dann nur bei einer speziellen Redundanzversion angewandt werden kann) signalisiert.
- Im Bereich zwischen 33% Punktierung und 20% Punktierung werden zwei Alternativen (also ein Bit) für die Signalisierung von Redundanzversionen verwendet und ebenfalls zwei Alternativen (also ein Bit) für zwei Zuordnungs-Varianten signalisiert. Damit können Redundanzversion und Zuordnungsvariante unabhängig voneinander ausgewählt werden.
- Im Bereich zwischen 20% und 10% Punktierung wird eine Alternative für die Signalisierung einer Redundanzversionen verwendet (welche dann nur bei einer speziellen Zuordnungs-Version angewandt werden kann), und drei Alternativen für Zuordnungs-Varianten.
- Im Bereich von weniger als 10% Punktierung bis weniger als 33% Repetierung werden alle vier Alternativen für die Sig-

nalisation von Zuordnungs-Varianten verwendet und keine Redundanzversionen signalisiert.

- Im Bereich von mehr als 33% Repetierung werden dann wieder je zwei Alternativen (also je ein Bit) für die Signalisierung von Redundanzversionen und Zuordnungs-Varianten signalisiert. Damit können Redundanzversion und Zuordnungsvariante unabhängig voneinander ausgewählt werden.

In den oben angeführten Ausführungsbeispielen wurde als Kriterium das Verhältnis von zur Übertragung zur Verfügung stehenden Bits zu den anstehenden Bits verwendet, und die sich daraus ergebende Punktierungs- bzw. Repetierungsrate. Es soll darauf hingewiesen werden, dass diese Punktierungsrate zwar die Punktierungsrate sein kann, die sich aus dem Verhältnis der Anzahl der Bits nach der Kanalkodierung zur Anzahl der Bits, die übertragen werden, ergibt, dass es aber auch Fälle geben kann, in denen weitere Zwischenschritte durchgeführt werden. Beispielsweise kann zuerst eine Punktierung auf eine Zwischenanzahl von Bits durchgeführt werden, die der Größe eines Empfangsspeichers entspricht, und erst von dieser Anzahl wird eine Punktierung oder Repetierung auf die Anzahl der zu übertragenden Bits durchgeführt. In diesem Fall würde das Kriterium bevorzugt die Punktierungsrate / Repetierungsrate in diesem zweiten Schritt sein, nicht die Gesamtrate.

Für den in Figur 1 gezeigten Funktionsblock 10 wird gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung ein Interleaver verwendet, welcher kein zufälliges Interleaving sondern ein sehr reguläres Interleaving durchführt. So könnte beispielsweise für den Funktionsblock 10 ein Block-Interleaver verwendet werden. Ist der als Funktionsblock 10 verwendete Interleaver ein sehr regulärer Interleaver und ist die Spaltenanzahl, auf welche der Interleaver die ihm zugeführten Bits verteilt, und die Anzahl der unterschiedlich stark gewichteten Punkte in dem zweidimensionalen QAM-Symbolraum bzw. allgemein die An-

zahl der unterschiedlich stark gewichteten Modulationspunkte teilerfremd, so ergibt sich eine optimale Zuordnung. Gemäß dem derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung wird als Interleaver ein Blockinterleaver mit zusätzlicher Spaltenvertauschung vorgeschlagen, welcher benachbarte Bits auf Spalten verteilt, die Vielfache von "5" voneinander entfernt sind, und anschließend die Spalten vertauscht. Bei Verwendung von 30 Spalten erfolgt die Spaltenpermutation z.B. gemäß dem folgenden Schema: Spalte Nr. 0, 20, 10, 5, 15, 25, 3, 13, 23, 8... Da der Wert "5" mit der Anzahl der unterschiedlichen Bits beispielsweise bei einer 16-QAM-Modulation (nämlich zwei Bits) und einer 64-QAM-Modulation (nämlich drei Bits) teilerfremd ist, ergibt sich z.B. bei dieser Kombination eine gute Verwürfelung bzw. eine gute Abbildung auf die entsprechenden Modulationspunkte.

Dieses oben beschriebene Vorgehen ist sowohl für Punktierung und Repetierung, sowie für verschiedenste Transportformate möglich. Durch geeignete Wahl der Parameter (z. B. Anzahl der Redundanzversionen, Anzahl der Bitströme) kann es auf verschiedene Modulations- und Codierungsschemata angepasst werden.

Referenzen

- [25.212] "Multiplexing and Channel Coding (FDD) (Release 1999)," Technical Specification 3GPP TS 25.212

Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung gemäß einem ARQ-Verfahren,
bei dem von einem Sender (1) Daten in Form von Datenpaketen
5 an einen Empfänger (2) übertragen werden,
bei dem von dem Sender (1) nach dem Senden eines Datenpakets
bei Vorliegen einer entsprechenden Aufforderung des Empfän-
gers (2) mindestens ein Wiederholungsdatenpaket an den Emp-
fänger (2) übertragen wird,
10 bei dem die in dem Datenpaket bzw. dem Wiederholungsdatenpa-
ket zu übertragenden Bits einer Bitratenanpassung unterzogen
werden, ehe sie von dem Sender (1) an den Empfänger (2) über-
tragen werden, und
bei dem zur Bitratenanpassung zu verwendende Bitratenanpas-
15 sungsmuster, insbesondere zur Berechnung derselben benötigte
Parameter, zwischen dem Sender (1) und den Empfänger (2) sig-
nalisiert werden, wobei zwischen selbstdekodierbaren und
nicht selbstdekodierbaren Datenpaketen unterschieden wird,
und in zumindest einem dieser Fälle mehrere unterschiedliche
20 Bitratenanpassungsmuster signalisiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Unterscheidung nach selbstdecodierbaren und nicht
25 selbstdecodierbaren Datenpaketen nur für den Fall der Punk-
tierung signalisiert wird, nicht aber im Falle der Repetie-
rung.

3. Verfahren zur Datenübertragung gemäß einem ARQ-Verfahren,
30 bei dem von einem Sender (1) Daten in Form von Datenpaketen
an einen Empfänger (2) übertragen werden,
bei dem von dem Sender (1) nach dem Senden eines Datenpakets
bei Vorliegen einer entsprechenden Aufforderung des Empfän-
gers (2) mindestens ein Wiederholungsdatenpaket an den Emp-
35 fänger (2) übertragen wird,

bei dem die in dem Datenpaket bzw. dem Wiederholungsdatenpaket zu übertragenden Bits einer Bitratenanpassung durch Punktierung oder Repetierung unterzogen werden, ehe sie von dem Sender (1) an den Empfänger (2) übertragen werden,

5 bei dem die Bitratenanpassung gemäß einem Bitratenanpassungsmuster erfolgt,

bei dem das Bitratenanpassungsmuster, insbesondere Parameter zur Berechnung des Bitratenanpassungsmusters, zwischen dem Sender (1) und dem Empfänger (2) signalisiert wird,

10 bei dem für den Fall einer Bitratenanpassung durch Punktierung zwischen dem Sender (1) und dem Empfänger (2) signalisiert wird, ob ein selbstdekodierbares oder ein nicht selbstdekodierbares Datenpaket übertragen wird.

15 4. Verfahren nach Anspruch 3,

bei dem für den Fall einer Bitratenanpassung durch Repetierung zwischen dem Sender (1) und dem Empfänger (2) nicht signalisiert wird, ob ein selbstdekodierbares oder ein nicht selbstdekodierbares Datenpaket übertragen wird.

20

5. Verfahren nach Anspruch 4,

bei dem die Übertragungsressource, die für den Fall der Punktierung dazu verwendet wird, um zu signalisieren, ob ein selbstdekodierbares oder ein nicht selbstdekodierbares Datenpaket übertragen wird, im Fall der Repetierung dazu verwendet wird, das Bitratenanpassungsmuster, insbesondere Parameter zur Berechnung des Bitratenanpassungsmusters, zwischen dem Sender (1) und dem Empfänger (2) zu signalisieren.

30 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem in zumindest einem dieser Fälle mehrere unterschiedliche Bitratenanpassungsmuster signalisiert werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass eine Summe der Anzahl der möglichen signalisierten Bitratenanpassungsmuster bei Punktierung für selbstdekodierbare und nicht selbstdekodierbare Datenpakete gleich der Anzahl bei Repetierung ist.

5

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle der Punktierung ein Bit zur Anzeige eines selbstdekodierbaren bzw. nicht selbstdekodierbaren Datenpaketes vorgesehen ist und $n-1$ Bit zur Angabe unterschiedlicher Bitratenanpassungsmuster und im Falle der Repetierung n Bit zur Angabe unterschiedlicher Bitratenanpassungsmuster.

10

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Falle der Punktierung 2 Bit und im Falle der Repetierung 3 Bit zur Angabe unterschiedlicher Bitratenanpassungsmuster vorgesehen sind.

15

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zur Bitratenanpassung unterschiedliche Bitratenanpassungsmuster für das Datenpaket und das Wiederholungsdatenpaket verwendet werden, so dass Bits mit identischem Informationsursprung nach Durchführung der Bitratenanpassung an unterschiedlichen Stellen in dem Datenpaket und in dem Wiederholungsdatenpaket von dem Sender (1) an den Empfänger (2) übertragen werden.

20

25

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im zur Bitratenanpassung die Bits eines kanalcodierten Bitstroms auf mehrere Teilbitströme (A-C) aufgeteilt und die einzelnen Teilbitströme (A-C) jeweils einer separaten Bitratenanpassung unterzogen werden, wobei die Bits der einzelnen Teilbitströme (A-C) nach Durchführung der jeweils entspre-

30

35

chenden Bitratenanpassung für das Datenpaket bzw. Wiederholungsdatenpaket wieder miteinander kombiniert werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Bits der einzelnen Teilbitströme (A-C) nach Durchführung der jeweils entsprechenden Bitratenanpassung für das Datenpaket bzw. Wiederholungsdatenpaket anteilig miteinander kombiniert werden.

10 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das für das Wiederholungsdatenpaket verwendete Bitratenanpassungsmuster gegenüber dem für das Datenpaket verwendete
15 Bitratenanpassungsmuster derart verändert wird, dass bei Durchführung einer QAM-Modulation der zu übertragenden Bits Bits mit dem identischen Informationsgehalt hinsichtlich des Wiederholungsdatenpakets auf andere Punkte in dem QAM-Signalraum abgebildet werden als bei dem ursprünglich gesendeten Datenpaket.
20

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Bitratenanpassung mit Hilfe eines Bitratenanpassungsalgorithmus durchgeführt wird, welcher die Bits des
25 Datenpakets bzw. Wiederholungsdatenpakets in Abhängigkeit von dem Wert eines entsprechenden Ratenanpassungsparameters (e_{ini}) punktiert oder repetiert, wobei der Wert des Ratenanpassungsparameters (e_{ini}) zur Bitratenanpassung der Bits des Wiederholungsdatenpakets gegenüber der Bitratenanpassung der Bits des
30 Datenpakets verändert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Bitratenanpassungsalgorithmus derart ausgestaltet ist, dass er zu punktierende bzw. zu repetierende Bits unter Verwendung einer Fehlervariable (e) auswählt, wobei die Fehlervariable (e) zu Beginn des Ratenanpassungsalgorithmus mit dem Wert des Ratenanpassungsparameters (e_{ini}) initialisiert wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet ,

dass bei Anforderung mehrerer Wiederholungsdatenpakete durch den Empfänger (2) zur Bitratenanpassung der Bits der einzelnen Wiederholungsdatenpakete unterschiedliche Bitratenanpassungsmuster verwendet werden.

17. Vorrichtung zur Datenübertragung gemäß einem ARQ-Verfahren,

wobei von der Vorrichtung (1) Daten in Form von Datenpaketen an einen Empfänger (2) übertragen werden,

wobei die Vorrichtung (1) derart ausgestaltet ist, dass sie

nach dem Senden eines Datenpakets bei Vorliegen einer entsprechenden Aufforderung des Empfängers (2) mindestens ein Wiederholungsdatenpaket an den Empfänger (2) überträgt, und

wobei die Vorrichtung (1) eine Bitratenanpassungseinrichtung (19) zur Anwendung einer Bitratenanpassung auf die in dem Datenpaket bzw. in dem Wiederholungsdatenpaket zu übertragenden Bits aufweist,

dadurch gekennzeichnet ,

dass die Vorrichtung (1) mit der Bitratenanpassungseinrichtung (19) derart ausgestaltet ist, dass

zur Bitratenanpassung zu verwendende Bitratenanpassungsmuster, insbesondere die zur Berechnung derselben benötigten Parameter, von dem Sender (1) an den Empfänger (2) signalisiert werden, wobei zwischen selbstdekodierbaren und nicht selbstdekodierbaren Datenpaketen unterschieden wird und in zumin-

dest einem dieser Fälle mehrere unterschiedliche Bitratenanpassungsmuster signalisiert werden.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Unterscheidung nach selbstdecodierbaren und nicht selbstdecodierbaren Datenpaketen nur für den Fall der Punktierung signalisiert wird, nicht aber im Falle der Repetierung.

10

19. Vorrichtung zur Datenübertragung gemäß einem ARQ-Verfahren,

wobei von der Vorrichtung (1) Daten in Form von Datenpaketen an einen Empfänger (2) übertragen werden,

15 wobei die Vorrichtung (1) derart ausgestaltet ist,
dass nach dem Senden eines Datenpakets bei Vorliegen einer entsprechenden Aufforderung des Empfängers (2) mindestens ein Wiederholungsdatenpaket an den Empfänger (2) übertragen wird,
dass die in dem Datenpaket bzw. dem Wiederholungsdatenpaket
20 zu übertragenden Bits einer Bitratenanpassung durch Punktierung oder Repetierung unterzogen werden, ehe sie von der Vorrichtung (1) an den Empfänger (2) übertragen werden,
dass die Bitratenanpassung gemäß einem Bitratenanpassungsmuster erfolgt,

25 dass das Bitratenanpassungsmuster, insbesondere Parameter zur Berechnung des Bitratenanpassungsmusters, zwischen der Vorrichtung (1) und dem Empfänger (2) signalisiert wird, und
dass für den Fall einer Bitratenanpassung durch Punktierung zwischen dem Sender (1) und dem Empfänger (2) signalisiert
30 wird, ob ein selbstdekodierbares oder ein nicht selbstdekodierbares Datenpaket übertragen wird.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, dass

für den Fall einer Bitratenanpassung durch Repetierung zwischen der Vorrichtung (1) und dem Empfänger (2) nicht signalisiert wird, ob ein selbstdekodierbares oder ein nicht selbstdekodierbares Datenpaket übertragen wird.

5

21. Vorrichtung nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet, dass

10 die Übertragungsressource, die für den Fall der Punktierung dazu verwendet wird, um zu signalisieren, ob ein selbstdekodierbares oder ein nicht selbstdekodierbares Datenpaket übertragen wird, im Fall der Repetierung dazu verwendet wird, das Bitratenanpassungsmuster, insbesondere Parameter zur Berechnung des Bitratenanpassungsmusters, zwischen der Vorrichtung (1) und dem Empfänger (2) zu signalisieren.

15

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20 dass zur Bitratenanpassung der Bits des Wiederholungsdatenpakets und zur Bitratenanpassung der Bits des Datenpakets unterschiedliche Bitratenanpassungsmuster verwendet werden, so dass Bits mit dem identischen Informationsursprung nach Durchführung der Bitratenanpassung an unterschiedlichen Stellen in dem Datenpaket und in dem Wiederholungsdatenpaket von der Vorrichtung (1) an den Empfänger (2) übertragen werden.

25

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

30 dass die Bitratenanpassungseinrichtung (19) eine Bitseparatoneinrichtung (20) zur Aufteilung der Bits eines kanalcodierten Bitstroms auf mehrere Teilbitströme (A-C), den einzelnen Teilbitströmen (A-C) zugeordnete separate Bitratenanpassungsmittel (21-23), um die einzelnen Teilbitströme (A-C) jeweils einer separaten Bitratenanpassung zu unterziehen, und eine Bitsammeleinrichtung (24) zum Kombinieren der von den

einzelnen Bitratenanpassungsmitteln (21-23) ausgegebenen Bits der einzelnen Teilbitströme (A-C) miteinander umfasst.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Vorrichtung (1) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-13 ausgestaltet ist.

25. Empfänger (2) zum Empfang von in Form von Datenpaketen
10 gemäß einem ARQ-Verfahren übertragenen Daten,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Empfänger (2) zum Empfang und zur Auswertung von einem gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1-16 oder 26 übertragenen Datenpaket bzw. Wiederholungsdatenpaket ausgestaltet ist, um den Informationsgehalt des Datenpakets durch
15 gemeinsame Auswertung der in dem Datenpaket und in dem Wiederholungsdatenpaket empfangenen Bits zu bestimmen.

26. Verfahren zur Datenübertragung gemäß einem ARQ-Verfahren,
20 bei dem von einem Sender (1) Daten in Form von Datenpaketen an einen Empfänger (2) übertragen werden,

bei dem von dem Sender (1) nach dem Senden eines Datenpakets bei Vorliegen einer entsprechenden Aufforderung des Empfängers (2) mindestens ein Wiederholungsdatenpaket an den Empfänger (2) übertragen wird,
25

bei dem die in dem Datenpaket bzw. dem Wiederholungsdatenpaket zu übertragenden Bits einer Bitratenanpassung durch Punktierung oder Repetierung unterzogen werden, ehe sie von dem Sender (1) an den Empfänger (2) übertragen werden,

30 bei dem die Bitratenanpassung gemäß einem Bitratenanpassungsmuster erfolgt,

bei dem das Bitratenanpassungsmuster, insbesondere Parameter zur Berechnung des Bitratenanpassungsmusters, zwischen dem Sender (1) und dem Empfänger (2) signalisiert wird,

bei dem das Datenpaket gemäß einer QPSK-Modulation oder einer höherwertigen Modulation, insbesondere einer 16-QAM-Modulation oder einer 8-PSK-Modulation, übertragen wird, bei dem nur für den Fall der höherwertigen Modulation eine

5 Zuordnungsvorschrift für die Zuordnung von Bit des Datenpaketes auf Modulationssymbole, insbesondere Parameter zur Beschreibung der Zuordnungsvorschrift, zwischen dem Sender (1) und dem Empfänger (2) signalisiert wird, wobei hierfür Signalisierungsressourcen verwendet werden, die im Falle der QPSK-

10 Modulation zur Signalisierung des Bitratenanpassungsmusters, insbesondere Parameter zur Berechnung des Bitratenanpassungsmusters, verwendet werden.

FIG 1

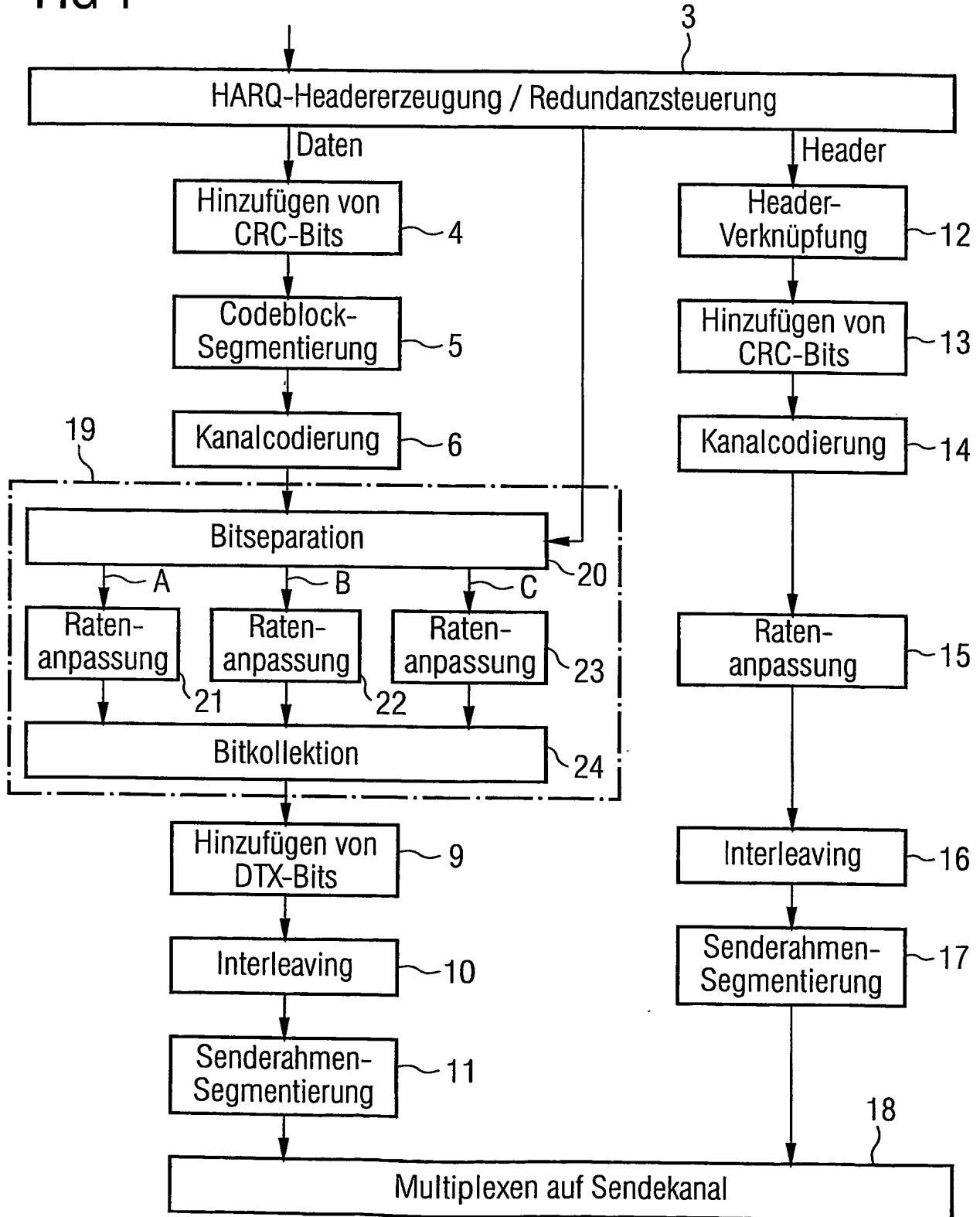


FIG 2

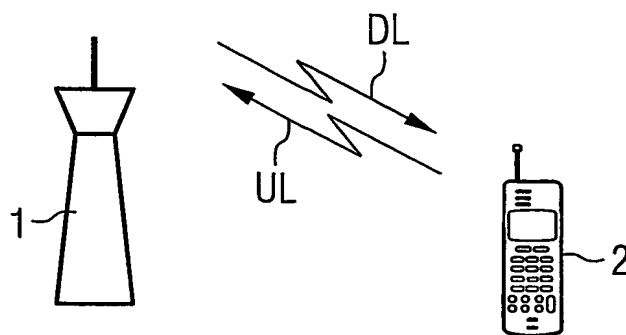


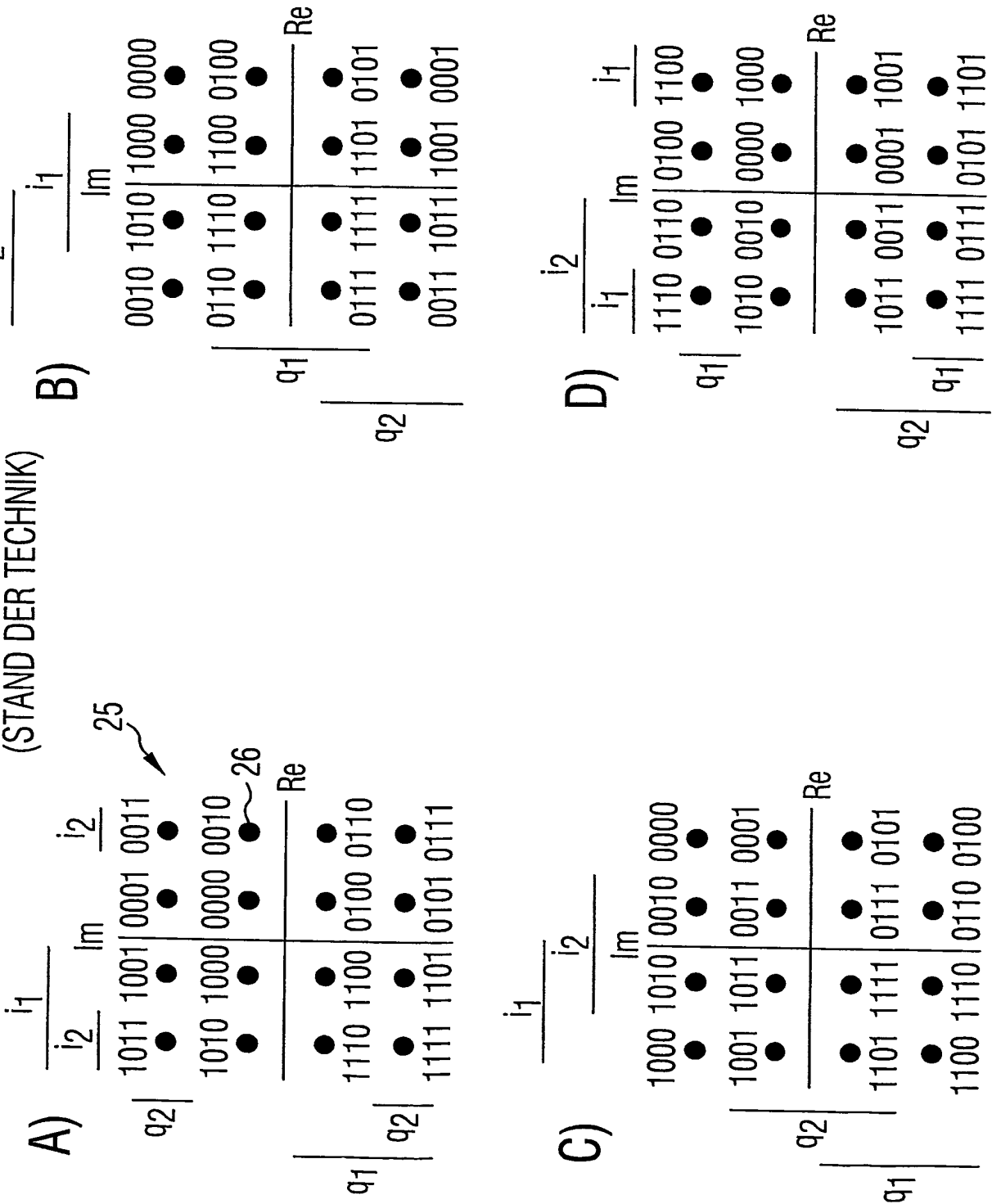
FIG 3

```

e=eini
m=1
eplus=eplus
do while m ≤ Xi
    e=e-eminus
    if e > 0 then
        set bit xi,m to δ where δ ∉ {0,1}
    else
        do
            select bit xi,m
            e=e+eplus
            while e ≤ 0
        end if
        m=m+1
    end do
end do

```

FIG 4
(STAND DER TECHNIK)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No
PCT/DE/04745

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04L1/00 H04L1/08 H04L27/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 01 47124 A (KSCHISCHANG FRANK ; RES IN MOTION LTD (CA); MANTHA RAMESH (CA)) 28 June 2001 (2001-06-28) abstract page 6, paragraph 2 page 31, paragraph 1 page 38, paragraph 2 page 39, paragraph 2 page 41, paragraph 2 ----	1-26
Y	US 6 247 150 B1 (NIEMELA KARI) 12 June 2001 (2001-06-12) column 3, line 35 - line 44 column 5, line 10 - line 17 ----	1-26
A	DE 199 59 179 A (SIEMENS AG) 21 June 2001 (2001-06-21) column 2, line 5 - line 25 -----	1-26

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 May 2003

Date of mailing of the international search report

05/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Agudo Cortada, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

name of patent family members

International Application No

PCT/DE/04745

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 0147124	A	28-06-2001	AU	2335001 A		03-07-2001
			WO	0147124 A2		28-06-2001
			CA	2394263 A1		28-06-2001
			EP	1240715 A2		18-09-2002
US 6247150	B1	12-06-2001	FI	981544 A		04-01-2000
			AU	732801 B2		03-05-2001
			AU	4912299 A		24-01-2000
			CN	1273725 T		15-11-2000
			EP	0993713 A1		19-04-2000
			WO	0002341 A1		13-01-2000
			JP	2002520904 T		09-07-2002
			NO	20001076 A		02-03-2000
DE 19959179	A	21-06-2001	DE	19959179 A1		21-06-2001
			AU	2504601 A		18-06-2001
			WO	0143332 A1		14-06-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte ales Aktenzeichen

PCT/D /04745

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04L1/00 H04L1/08 H04L27/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 01 47124 A (KSCHISCHANG FRANK ; RES IN MOTION LTD (CA); MANTHA RAMESH (CA)) 28. Juni 2001 (2001-06-28) Zusammenfassung Seite 6, Absatz 2 Seite 31, Absatz 1 Seite 38, Absatz 2 Seite 39, Absatz 2 Seite 41, Absatz 2 ----	1-26
Y	US 6 247 150 B1 (NIEMELA KARI) 12. Juni 2001 (2001-06-12) Spalte 3, Zeile 35 - Zeile 44 Spalte 5, Zeile 10 - Zeile 17 ----	1-26
A	DE 199 59 179 A (SIEMENS AG) 21. Juni 2001 (2001-06-21) Spalte 2, Zeile 5 - Zeile 25 -----	1-26

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

14. Mai 2003

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

05/06/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Agudo Cortada, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zu den Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/D/04745

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0147124 A	28-06-2001	AU 2335001 A	03-07-2001
		WO 0147124 A2	28-06-2001
		CA 2394263 A1	28-06-2001
		EP 1240715 A2	18-09-2002
US 6247150 B1	12-06-2001	FI 981544 A	04-01-2000
		AU 732801 B2	03-05-2001
		AU 4912299 A	24-01-2000
		CN 1273725 T	15-11-2000
		EP 0993713 A1	19-04-2000
		WO 0002341 A1	13-01-2000
		JP 2002520904 T	09-07-2002
		NO 20001076 A	02-03-2000
DE 19959179 A	21-06-2001	DE 19959179 A1	21-06-2001
		AU 2504601 A	18-06-2001
		WO 0143332 A1	14-06-2001